

中国造船工程学会人才与教育学术委员会
教材建设学组推荐

船舶系列丛书

CHUANBO XILIE CONGSHU

修造船质量检验

杨文林 主编

李忠林 主审



HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

修造船质量检验

主编 杨文林
主审 李忠林

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书系统地阐述了船舶检验的原理和方法。其主要内容包括船舶检验概述、船用材料、船体、船装、机装、涂装、内装和试验等方面的检验方法和验收准则。全书由十章组成:第一章概述船舶检验的发展历程、检验机构及流程;第二章介绍了船用金属材料及焊接质量检验;第三章详细介绍了船体建造检验;第四章介绍了船体舾装检验;第五章介绍了管系制造和安装检验;第六章介绍了柴油主机和辅机安装检验;第七章介绍了轴系及螺旋桨加工和安装检验;第八章介绍了涂装和内装检验;第九章介绍了甲板设备系泊试验;第十章介绍了航行试验。

本书可供船舶检验人员、设计和工艺师、验船师、监理人员、工程管理人员使用,也可作为专业人员的培训教材和工作参考书。

图书在版编目(CIP)数据

修造船质量检验/杨文林主编. —哈尔滨:哈尔滨
工程大学出版社,2012. 4
ISBN 978 - 7 - 5661 - 0347 - 5

I. ①修… II. ①杨… III. ①造船 - 质量检验②船舶
修理 - 质量检验 IV. ①U671②U672

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 070589 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 17
字 数 421 千字
版 次 2012 年 4 月第 1 版
印 次 2012 年 4 月第 1 次印刷
定 价 36.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

本书以质量检验员的培养为目的,主要为了满足船厂现场工作人员的需求,以实用性为出发点,针对性强。在内容的编写上注重理论与实践的结合。全书深度、广度适中,通俗易懂,实用性强,主要用于对船厂工作人员的培训,也可供有关专业技术人员参考。

全书共十章,从船用材料、船体、船装、机装、涂装、内装和试验等方面详细介绍了船舶设备的制造与安装检验,力求结合造船厂的生产实际,体现国内外船舶设备制造与安装检验的新工艺、新技术、新材料和新设备。

本书第一、二章由渤海船舶职业学院王建红编写,第三章由渤海船舶职业学院王璐璐编写,第四、五章由渤海船舶职业学院杨文林、王小亮编写,第六章由渤海船舶职业学院动力系孙文涛编写,第七章由渤海船舶职业学院宋晶晶编写,第八章由渤海船舶职业学院曹雪编写,第九章由渤海船舶职业学院金璐编写,第十章由渤海船舶职业学院杨文林编写,全书由杨文林担任主编,李忠林担任主审。

本书在编写过程中借鉴了许多船厂现有的船舶建造与检验方法,以及其他专业教材的有益内容,并收集了大量资料,听取了许多有丰富实践经验的船厂实际工作人员的意见,得到了很多专家、教授的帮助和支持,尤其是渤海船舶职业学院李忠林教授给予了很多支持和帮助,另外,在编写过程中,参考了一些专家学者的论著,在这里致以诚挚的谢意。由于编者水平有限,书中有些问题可能考虑不周,疏漏与错误之处也在所难免,竭诚欢迎读者批评指正,从而使本书获得进一步的改进和完善。

编 者

2011年9月

目 录

第一章 概述	1
第一节 船舶检验的发展	1
第二节 中国船舶检验机构及人员	3
第三节 船舶建造检验流程	5
思考题	8
第二章 船用金属材料与焊接质量检验	9
第一节 概述	9
第二节 船舶建造金属材料检验	11
第三节 船用焊接材料检验	16
第四节 船舶焊接质量检验	24
思考题	32
第三章 船体建造检验	33
第一节 船体放样检验	33
第二节 钢材下料加工检验	35
第三节 部件制作检验	39
第四节 分段制作检验	41
第五节 船台装配检验	48
第六节 焊接质量检验	52
第七节 船体主尺度和外形检验	55
思考题	60
第四章 船体舾装检验	61
第一节 舵系制造和安装检验	61
第二节 锚设备制造及安装检验	85
第三节 系泊设备制造及安装检验	91
第四节 舱口盖、桅和门窗等舾装件检验	92
思考题	100
第五章 船舶管系制造和安装检验	101
第一节 概述	101
第二节 管件制造检验	103
第三节 管子表面处理检验	112
第四节 管子安装检验	113
思考题	123
第六章 柴油主机和辅机的安装检验	124
第一节 柴油主机安装检验	124
第二节 柴油发电机组和辅机安装检验	145

思考题·····	151
第七章 轴系及螺旋桨加工和安装检验 ·····	152
第一节 轴系加工检验·····	152
第二节 轴系安装检验·····	159
第三节 船舶轴系镗孔检验·····	164
第四节 船舶轴系校中检验·····	168
第五节 船舶轴系安装调试实训·····	173
第六节 螺旋桨加工及安装检验·····	174
第七节 侧推装置安装检验·····	181
思考题·····	182
第八章 涂装和内装检验 ·····	183
第一节 涂装检验·····	183
第二节 内装检验·····	199
思考题·····	211
第九章 甲板设备系泊试验 ·····	212
第一节 锚设备及锚机系泊试验·····	212
第二节 舵装置及舵机系泊试验·····	216
第三节 起货设备试验·····	219
第四节 救生设备试验·····	225
第五节 系缆装置及拖曳设备试验·····	227
第六节 门窗、及开口关闭装置的检查和试验·····	229
第七节 舷梯装置、引航员专用舷梯及机械升降机试验·····	232
第八节 信号设备试验·····	234
第九节 灭火系统试验·····	235
第十节 探火及失火报警系统试验·····	237
思考题·····	239
第十章 航行试验 ·····	240
第一节 航行试验的准备工作·····	240
第二节 船舶性能试验·····	241
第三节 主机、轴系和其他装置试验·····	253
第四节 电气设备试验·····	255
第五节 船体密性试验·····	257
思考题·····	262
附录 ·····	263
参考文献 ·····	264

第一章 概 述

船舶是复杂的水上建筑物,除了由数以万计的船体构件组成的壳体外,船上还配置各种机器设备和设施。船舶检验是一个综合性的过程,从零件加工制作到组成船体的建造检验;把各种机器设备和设施安装到船上去的舾装检验;对船体内外及舾装件的涂装检验能防腐蚀并且保证船舶的安全和使用寿命。因此,船舶检验是非常重要的。本章主要介绍了船舶检验的发展、机构和流程三个方面的内容。

第一节 船舶检验的发展

船舶检验是随着生产力和科学技术水平的提高而产生、发展起来的。下面从西方和中国两个方面介绍船舶检验的发展。

一、西方船舶检验的发展

18 世纪,英国的海运业发展很快,东西方贸易频繁。但是船舶海损事故不断发生,由此产生了船舶保险业。尽管如此,保险商们仍不断地承受船况不明的损失。为了避免这种损失,他们希望有一个评价船舶质量的机构为其服务。

1760 年劳氏船级社的祖先们在英国伦敦 Tower 街上的一家咖啡馆里成立了船舶质量检验机构“劳埃德船级社”(Lloyd's Register of Shipping),即现在的英国劳氏船级社的前身。

当时船级社检验船舶是由退休的船长或木匠担任。他们借助水手刀和个人的经验来评定船舶的质量。船体划分五个等级:A——最好、E——较好、I——中等、O——较坏、U——最坏。锚、帆等船舶设备分为三个等级:G——好、M——中、B——坏。船体和设备的不同级别,构成了评定船舶质量的 15 个级别,从此开始了船舶入级检验。将检验后划定级别的船舶登记在船舶登录簿中,1764 年第 1 本《船舶录》正式出版了。

由于没有统一的检验标准,只是凭借个人的经验决定,必然会造成评定船舶等级时出现一定的偏差。例如,在泰晤士河船厂建造的船舶保持 1 类船级 13 年,其他地方建造的船舶保持 1 类船级只有 8 年,因此造成了船舶所有人和保险商之间的激烈斗争。1800 年,船舶所有人成立了自己的船级社,出版了封面为红色的《船舶录》。这种相互斗争持续了很多年,又经过不断的协调,终于在 1834 年合并为统一的劳氏船级社(LR)。

船级社建立一套入级规范、标准和船级符号,对申请人的船舶进行检验后,对符合要求的船舶授予船级符号,签发证书和登入船名录。

紧接着,法国船级社(BV)、美国船级社(ABS)、挪威船级社(DNV)、德国船级社(GL)、意大利船级社(RINA)相继成立。

至今,世界上船级社约有 40 多个,其中的船级社情况按成立年代排序如表 1-1 所示。两个多世纪以来,船级社成为检验船舶的重要组织机构,有效地保障了船舶、货物以及人命安全。船舶检验成为船舶安全的第一道防线,船级社承担着保障船舶安全的重任。

表 1-1 世界主要船级社

译名	全 称	简称	成立年份
英国劳氏船级社	Lloyds Register of Shipping	LR	1760
法国船级社	Bureau Veritas	BV	1828
意大利船级社	Registo Italiano Navade	RINA	1861
美国船舶局	American Bureau of Shipping	ABS	1862
挪威船级社	Det Norske Veritas	DNV	1864
德国劳氏船级社	Germanischer Lloyd	GL	1867
日本海事协会	Nippon Kaiji Kyokai	NK	1899
希腊船级社	Hellenic Register of Shipping	HRS	1919
俄罗斯船舶登记局	Russian Register of Shipping	PC	1932
波兰船舶登记局	Polski Rejestr Statkow	PRS	1946
中国检验中心(台北)	China Corporation Register of Shipping	CR	1951
中国船级社	China Classification Society	CCS	1956
韩国船级社	Korean Register of Shipping	KR	1960
印度尼西亚船级社	Biro Klasifikasi Indonesia	BKI	1964
罗马尼亚船舶登记局	Rumanian Register of Shipping	RNR	1966
印度船级社	Indian Register of Shipping	IRS	1975

二、中国船舶检验的发展

我国是一个造船古国,曾在人类历史上写下了辉煌的篇章。早在春秋战国时代,文献上已有了有关质量检验的记载。例如,在《周礼·考工记》一书中就有“命百工审查五库器材,审曲面势,以饰五材和以辨民器”的记述。明朝永乐年间,郑和曾七次下西洋,远达非洲东海岸,开创了国际航行的新纪元。郑和船队所用船舶的建造水平也处在当时的最高水平。

我国在船舶检验方面,虽有辉煌过去,但是真正作为企业质量检验体制,还是出现在 20 世纪 50 年代。当时,我国的大、中型造船企业都纷纷设立了质量检验部门,并相应地建立了计量体系并配置了理化和无损检验手段。通过几十年来的发展,现在各大、中型船厂都建立了较完善的质量检验体系,成为质量体系的一个组成部分。中国船舶检验机构逐步设立并成为近代中国航政管理机构的重要组成部分。

在此基础上,船检组织应运而生。1956 年 8 月 1 日成立了中华人民共和国船舶登记局;1958 年 6 月 1 日改为船舶检验局;1959 年设立了上海、大连、天津、青岛、广州船检局;1960 年设立了长航船检局长江办事处;1986 年 1 月 1 日中国船级社成为对外的独立机构。

三、船舶检验的目的和意义

(一) 目的

船舶检验是国家船舶检验机构对船舶进行技术质量检验与监督,使船舶具备保证安全航行、防止水域污染的技术条件的一项重要措施,也是促进海运业健康发展的重要手段。

船舶检验的目的是通过对船舶及船用材料、机械、设备的监督检验和试验,使其符合国际公约、国家规定和船舶检验机构规范的各项要求和规定,使船舶具备保证安全和防止船舶海洋污染的技术条件,达到保障海上船舶及海船上人命安全和防止海洋污染。因此,安全和

环境保护就是船舶检验的核心,是船级社全部工作的中心。

(二)船舶检验的意义

1. 对船舶实施技术监督以保证安全

国际海事组织制定了一系列有关航行安全和防止污染的国际公约和技术规则,例如《国际载重线公约》《国际海上人命安全公约》等;我国政府制定的法律和法规,例如《海上交通安全法》《内河交通安全管理条例》等。

国务院颁布的《中华人民共和国船舶和海上设施检验条例》中,赋予船检部门“保证船舶,海上设施,水上、水下各种固定建筑,装置和固定平台,如灯塔、浮标钻井平台(不包括石油、天然气生产设施)和船运货物集装箱具备安全航行,安全作业的技术条件;保证人民生命财产的安全和防止水域污染的职责”。

2. 进行保赔和经济活动的依据

船舶及船舶承运货物保险、索赔、买卖、租赁、抵押等都属经济活动。评定船舶质量、技术状态与这些经济活动密切相关。船舶检验是进行上述活动的重要依据。

3. 适应修造船工业发展的需要

世界修造船工业发达国家的发展史表明,修造船工业的发展离不开船舶检验,必须有与之匹配的船检业。

船舶是技术高度密集型产业,集中了当代所有先进的技术成果,而且又是在海上恶劣的自然条件下工作,所以要求船检工作具有很强的技术性和承担技术检验的法律责任。

4. 维护和促进生产力发展的需要

船舶是国家重要的支柱产业——修造船工业的产品,又是国家交通运输的生产工具,维护产品和生产工具就是维护生产力,发展生产力。所以船检要完成国家赋予的重任,为改革开放、生产力的发展、促进修造船工业的发展服务。

第二节 中国船舶检验机构及人员

为了促进海上人命和财产的安全与保护海洋环境,必须有一个监督机构对船舶及船用材料、机械设备进行检验,使其处于良好的技术状态,符合各项要求和规则,以确保船舶航行安全和防止污染海洋。我们把这样的监督机构称为船舶检验机构。本节着重介绍我国的船舶检验机构及检验人员的基本情况。

一、中国船舶检验机构

中国的船舶检验机构于1999年由中华人民共和国船舶检验局的部分管理职能和交通部的海上安全监督局合并成立了中国海事局,撤销了船舶检验局。原船舶检验的职能全部归属给中国船级社。因此,现在的中国船舶检验机构由下面三个机构组成。

1. 中华人民共和国海事局

经国务院批准的中华人民共和国海事局(交通运输部海事局,以下简称“海事局”)已经成立。海事局是在原中华人民共和国港务监督局(交通安全监督局)和原中华人民共和国船舶检验局(交通部船舶检验局)的基础上,合并组建而成的。海事局为交通部直属机构,实行垂直管理体制。

2. 中国船级社

中国船级社于1986年10月1日成立,《中华人民共和国船舶和海上设施检验条例》规定,中国船级社是为社会利益服务的专业技术团体,承办国内外船舶、海上设施和集装箱的人级检验、签证检验和公证检验业务;经船检局授权,可以代行法定检验。

本书以中国船级社的规范为基础,立足船体质量检验员的岗位要求,分别从船用金属材料及焊接、船体建造、船体舾装、船舶管系制造和安装、轴系及螺旋桨加工和安装、涂装和内装、甲板设备系泊及航行八个方面介绍船体质量检验的相关知识与技能。

3. 中华人民共和国渔业船舶检验局

中华人民共和国渔业船舶检验局(简称“渔检局”),是我国专门对渔船用相关产品进行检验和发证的渔业船舶检验机构。总部设在北京,在国内主要内河和沿海城市都设立了地方渔船检验局。

二、船体质量检验员

船体质量检验员是执行船级社对船舶进行检验的工作人员。船体质量检验员是船级社、分社、办事处或检验站派驻到修造船厂和设计部门执行规范、规则、国际公约和国家法律、法令等的代表。船体质量检验员的工作情况和水平在一定程度上反映了该验船部门的技术水平和工作作风。

1. 船体质量检验员的岗位职责

(1)熟练掌握中国船级社所颁发的各种规范、规则,国家的法令、法规及有关国际公约和规定。

(2)船体质量检验员应具有一定的专业知识和英语表达能力,需要掌握所验船舶的结构、原理、工艺、计量、检测和检验等的知识,并在某一方面有较深入的研究和取得一定的成果,在工人和技术人员中具有一定的威信。在与船东接洽时,还应具有一定的外语口语水平。

(3)船体质量检验员应深入细致地工作,将规范、规则和公约的要求在图纸审查和实地检验中予以落实。在深入现场检验时,不仅应及时发现问题,提出解决问题的意见,还应宣传和解释规范、规则和公约的各项要求,在检验中各方发生争执时,应很好地磋商取得一致,否则应及时呈报上级求得解决。

(4)船体质量检验员应严肃、认真、秉公办事,坚持实事求是的原则。发现质量问题应从安全的原则出发,通过协商,力争妥善解决,在工作中起协调作用。

(5)船体质量检验员在工作中要廉洁奉公,拒贿反贪,不接受任何一方的报酬,不被物质所左右。

2. 船体质量检验员的培训

船体质量检验员的培训通过职业和岗位培训来进行。根据检验人员的来源、知识与技能的不足和岗位职能的需要分层次地进行教学。对检验人员的培训以课堂教学、知识传授和集体研讨为主,同时对技能要进行实践练习。因为检验工作的实践性很强,所以新任的检验人员,不管其来源和职级高低,都要经过一段时间的实习,以老带新,熟悉有关管理规定和掌握检验技术,然后才能独立工作。

三、船体质量检验员的工作内容及要求

船体质量检验员的工作内容有:船舶的现场检验工作,包括船体、结构、机械设备等的检

验;与其他部门协调处理船舶检验中遇到的技术性问题;按规定及核定的资质签发船舶的检验报告及有关技术文件;承担验船业务信息收集工作。

船体质量检验员在工作中要坚持标准,为船舶的航行安全服务;对检验后的结论应持慎重态度,不能轻率断定船舶不适航或取消船级,或产品报废等。对机损、海损事故的检验,应尽可能查明原因,如确实难以肯定原因时也要实事求是,不写不确定的结论。在完成各种检验后,编写证书或报告时,应严肃认真,不断提高质量,消灭差错。

第三节 船舶建造检验流程

为了保证船舶的建造质量,在船舶建造的整个过程之中,都需要进行船舶建造检验。那么如何建造一艘船舶,船舶建造的质量如何保证,怎样建造出一艘符合规范公约要求的船舶呢?下面从六个方面介绍其检验流程。

一、建造检验申请和图纸审查

申请 CCS 进行建造检验的船舶,在建造前,申请方可以向 CCS 总部或其当地机构提交船舶建造检验的书面申请,建造船舶检验申请表如表 1-2 所示。

表 1-2 建造船舶检验申请

编号:

船 名		船 籍 港	
船舶所有人		船舶类型	
船舶主尺度		总 功 率	
检验种类 (适用处打√)	√ ☐ 初次 √ ☐ 建造 ☐ 换证 ☐ 中间 ☐ 年度 ☐ 坞内 ☐ 附加 ☐ 船用产品		

1. 申请于_____年_____月_____日_____时在_____进行检验。
2. 提交如下资料:(1)检验申请表;(2)焊工证书复印件;(3)建造图纸;(4)检验审批表;
(5)国内水路运输登记事项证明书
3. 需要说明的问题或其他要求:

申请方承诺按规定支付检验费、船体质量检验员为执行检验工作所必需的差旅费和其他开支。
即使此项检验未能完成,申请方也同意根据已进行的工作量,按一定比例支付相应的费用。

申请人: _____ 联系电话: _____ 申请日期: _____

地 址: _____ 邮 编: _____

申请初次检验、建造检验和船用产品检验时补充填写如下适用的项目

建造厂		审批的建造厂造船类别	三级Ⅱ类
图名及图号		图纸设计部门	
图纸审查部门		图纸审批文号	
提交审批图纸_____套(含审图批文)、_____套(具体份数详见图纸目录)			

按照 CCS 规范要求,开工前,申请方应按规定各篇的有关规定,将申请书连同图纸资料一式三份提交 CCS 指定的审图单位进行审查。采用图纸分批提交时,至少应首先提交必要的船体图纸资料。

需要注意的是,2005 年 1 月 1 日或以后申请图纸审查的新建船舶,申请方还应提供相应的“建造合同日期”。

二、船厂评估

近几年,我国船舶工业发展迅速,船舶生产企业的数量剧增,“滩涂造船”现象在部分地区呈蔓延趋势,有相当数量的船舶生产企业在不具备基本的生产技术条件和质量保障能力的情况下从事船舶建造,以致出现了大量存在重大安全隐患的低质量船舶。因此,从 2005 年 5 月 30 日开始,船级社开始进行船厂评估,其目的是为了能够更好地保证船舶在船厂建造质量符合本社规范,包括批准图纸要求与授权国接受的有关国际公约、法规的要求。

需要进行评估的船厂如下:第一次申请建造 CCS 船级船舶的船厂;对虽然建造过 CCS 船级船舶,但是第一次建造新的船型;或者 2 年之中没有建造过 CCS 船级或者 IACS 成员船级社船舶的船厂。

三、签署检验服务协议

正式受理建造检验申请后,CCS 会与船厂签署检验服务协议。一般情况,对于 VCBP 等大型船舶的建造船舶检验服务,由总部建造入级处组织和协调有关执行检验单位与船厂签署检验服务协议。对于其他建造船舶检验服务,CCS 总部一般委托当地分社与船厂签署检验服务协议。

四、开工前检查

开工前,船体质量检验员应对船厂开工建造及其检验的有关准备情况进行检查和确认,如:建造工艺及人员资格;原材料及焊条;船用产品;船台及胎架等。对于个别不影响开工的项目,船体质量检验员可酌情在相应建造阶段之前予以检查和确认。

当进行开工前检查后发现有不满意的项目时,船体质量检验员会给船厂开出一份“建造入级船舶开工前检查单”,列出要求限期整改或改正的项目。

五、船舶建造检验

船舶建造从准备、开工、下水、试验到交船,是个较长的过程。整个建造过程中的检验,一方面是执行规范,按审批图纸严格把关;另一方面是凭借理论和经验,不断发现问题,帮助解决问题,深化规范。为此,船体质量检验员对每一艘船舶每一次检验都应有详细记录,记录检验项目、内容、检测数据、存在问题和结论意见,为今后签发检验报告和证书提供依据。下面简要介绍船体建造各阶段的检验内容。

(一)金属材料与焊接检验

造船用金属材料的检验包括:钢板、扁钢和型钢的检验,钢管检验,铸钢件、锻钢件和铸铁件的检验,铝合金及其他有色金属的检验和焊接材料的检验。

焊接质量检验包括:焊缝的焊前检验、焊缝的规格、焊缝的表面质量检验和焊缝的内部检验。这部分内容将在本书第二章中详细介绍。

(二) 船体建造检验

1. 船体放样和号料检验

船体放样是船体建造的第一道工序,即根据设计图纸将船体型线及结构按一定比例进行放大,以获得光顺的线型及构件在船体上的正确位置、形状和尺寸作为船体构件下料、加工的依据。船体放样检验包括:船体型线放样检验、船体结构放样检验、外板展开检验以及零件图形生成与后处理检验等内容。

船体构件号料,就是依据放样提供的构件样板、草图、样杆和数据,在平直的钢板和型材上画出或印出构件的切割线及加工线。号料检验通常是巡视检验,主要检验其长度、宽度、曲线外观、直线度以及开孔切口等是否符合规范要求的允许偏差。

2. 零部件检验

零件的检验分为零件边缘加工检验和零件成形加工检验。零件边缘加工检验通常是巡视检验,是对钢材进行剪切、冲切、滚剪、刨边、磨边、气割等各种作业过程检验的统称。零件形状加工检验是将钢材弯曲成形而进行滚弯、压弯、顶弯、折角、折边、压筋、水火成形、大火成形等各种加工作业过程检验的统称。

部件装配,是将经过加工的两个或两个以上的船体零件组合装配成有限范围的结构单元的工艺过程。部件检验内容包括部件装配检验、部件焊接质量检验和部件矫正检验。其中,部件焊接质量检验,见第三章第三节。

3. 分段制造检验

分段制造是造船工程中的主要工艺阶段,它也是船体建造中实施工程管理的重点对象,一个造船厂的船体建造能力,主要就是反映在分段的制造能力上。因此,现代化造船厂对分段制造的工艺、计划日程的安排和周期,都需要进行深入的检验,使分段制造工作正常有序进行。分段制造检验包括胎架检验、画线检验和分段检验等内容。

4. 船台装配检验

目前,我国船厂采用分段、总段或整体建造方式建造船舶。按照检验规程规定,验船部门在船体装配与船台装配阶段的主要检验项目有:分段构件安装检验;外板及甲板装配检验;主体装焊完工检验;上层建筑装配检验。

5. 船体完工检验

在船体装配完毕后,船舶即处于完工阶段。此阶段的检验内容包括:船体主尺度和外形检验;船舶载重线标志与吃水标志检验;船体下水前的完整性检验。

船体建造检验的内容将在本书第三章中重点介绍。

(三) 其他检验

整个船体建造完毕后,还需要将各种机器设备和设施安装到船上,即舾装检验;对舱室进行必要的装修,即内装检验;对船体内外及舾装件进行涂装作业,即涂装检验;此外还有一些特殊构件的制作、安装检验,如管系、轴系及螺旋桨的制作加工和安装检验。

在机电设备和其系统安装结束后,需要对机电设备进行调整及性能试验,即系泊试验。在系泊试验结束后,为了消除系泊试验中未发现的质量问题,还需要进行航行试验。

六、检验完成

1. 证书签发

船舶检验完成后,需要签发相关的证书和报告。

2. 征求客户意见

每艘船舶或姐妹船的首制船完成检验后,船体质量检验员要征求船东、船厂的意见,希望船东、船厂对该条船在建造中出现的问题提出宝贵意见。

思 考 题

1. 船舶检验的目的是什么?
2. 中国船舶检验机构有哪些?
3. 试阐述船舶建造检验的流程。

第二章 船用金属材料与焊接质量检验

由于造船技术的不断发展和冶金技术的不断进步,造船所用的金属材料种类越来越多,其检验的难度越来越大。检验员必须深入了解检验规程,积累检验经验,才能够完成检验的工作任务。本章将以中国船级社的规范为基础,对船用金属材料与焊接质量检验过程进行说明。

第一节 概 述

一、材料检验的基本要求

(一) 船级社对造船材料检验的基本规定

钢质海船建造所用材料的生产、试验和检验应符合船级社规范规定。造船材料必须是船级社认可的工厂生产的。所有经船级社认可或检验合格的材料应具有船级社的印记。凡不具有船级社印记的材料,未经船级社同意,不得装船使用。

1. 造船材料的等级。中国船级社对一般强度船体结构钢又称碳素钢,按其性能自低向高排列,有 A,B,D,E 四个等级;对高强度船体结构钢按最小屈服强度功分强度等级,每一强度等级又按其缺口冲击韧性的不同分为 A,D,E,F 四个级别,船级社规定的高强度船体结构钢分为 A32,D32,E32,A36,D36,E36 六个等级。

对于规范中未列出的材料品种,其化学成分、力学性能和试验方法,可按有关的国家标准或经船级社认可的其他标准验收。

2. 凡经船级社认可或检验合格的船用材料,除了应具有船级社印记外,还要有船级社颁发的或由验船师(或验船师代理人)签署的材料生产的产品合格证书,以证明其材料符合规范要求。

3. 船用材料在造船厂的加工、切削或制作过程中,若发现并证实其不符合要求,则即使该材料事先持有合格证书,也应作为报废处理。

(二) 造船厂对造船材料检验的基本规定

1. 船用材料进造船厂后,必须先经过质量检验部门的入库检查验收。

2. 材料入库检验前,物资供应部门及技术部门应将材料订货清单、订货合同、技术协议、质量标准以及入库单、发货明细表、材料质量检验证明书等提供给质量检验部门,作为材料入库检验的依据。

二、材料进厂入库的检验程序和内容

(一)材料入库检验的程序

1. 物资供应部门填写材料入库检验申请单,向质量检验部门报验。

2. 质量检验部门按入库检验申请单注明的内容,检查材料的包装和标志,核查材料的编号、品种、规格、数量与材料质量证明书等有关证件、资料的一致性。

3. 查对材料质量证明书的内容是否填写齐全,核查化学成分和力学性能的原始记录是否符合有关规范的规定,核查是否具有船级社的认可证据。对完整的材料质量证明书,应归档备查。

4. 凡经船级社认可的造船材料,其化学成分和力学性能一般不再另行复验,但下列情况应予复验:

(1)材料钢印标记不清楚、证书中数据不清楚或对材料质量有疑问时,应对材料进行部分项目或全部项目复验;

(2)按合同技术文件规定必须复验的项目;

(3)船东或验船师要求复验的项目。

5. 对所检验的材料做出合格与否的结论,在实物上及材质证书的相应位置处做出合格识别标记,并对这批材料给予检验合格编号,作为生产过程中质量追溯的依据。

6. 对检验不合格的材料做出明显标记,并通知物资供应部门进行处理。

(二)材料检验的内容

1. 外观质量检验

检查材料表面质量和尺度规格。材料上轻微的缺陷可以用机械方法去处理,在适当条件下,也可允许采用焊接方法修正缺陷。当发现材料有严重的外表缺陷或尺度规格严重超差时,即可判定材料不合格。经检查合格后方可进行下一步的化学分析和力学性能试验。

2. 化学分析检验

钢材材料的化学分析采用成品分析,即在经过加工的成品钢材(包括钢坯)上采取试样,然后对其进行化学分析。

(1)成品化学分析取样

钢的成品化学分析试样必须在钢材上具有代表性的部位采取。试样应均匀一致,能充分代表每一熔炼号(或每一罐)或每批钢材的化学成分,并应具有足够的数量,以满足全部分析的要求。

(2)成品化学成分允许偏差

成品分析的数值可能超出标准规定的成分范围,对超出的范围规定一个允许的数值,就是成品化学成分允许偏差。

成品化学成分允许偏差值可按照船级社同意的标准执行,也可参照我国国家标准(钢的化学分析用试样取样法及成品化学成分允许偏差)执行。例如适用于普通碳素钢和合金钢的成品化学成分允许偏差见表2-1所示。

表 2-1 普通碳素钢和合金钢成品化学成分允许偏差

元素	规定化学成分范围/%	允许偏差/%	
		上偏差	下偏差
C	—	0.03 * 0.02 *	0.02
Mn	≤0.80	0.05	0.03
	>0.80	0.10	0.08
Si	≤0.35	0.03	0.03
	>0.35	0.05	0.05
S	≤0.50	0.005	
P	≤0.050	0.005	
	规定范围时:0.05 ~ 0.15	0.01	0.01
V	≤0.20	0.02	0.01
Ti	≤0.20	0.02	0.02
Nb	0.015 ~ 0.050	0.005	0.005
Cu	≤0.40	0.05	0.05
Pb	0.15 ~ 0.35	0.03	0.02

注:①当钢制材料化学成分的允许偏差在规定的标准中已阐明,且要求高于列表规定时,应按照规定标准中阐明的条款验收。

②成品分析所得的值,不能超过规定化学成分范围的上限加上偏差,或不能超过规定化学成分范围的下限减下偏差。同一熔炼号的成品分析,同一元素只允许有单向偏差,不能同时出现上偏差和下偏差。

③*:0.03 适用于普通碳素结构钢,0.02 适用于低合金钢。

第二节 船舶建造金属材料检验

对于所有的船舶建造材料进造船厂后的入库复验,属钢材的成品复验。所有材料应经过船级社的检验,并签发质量证书,核查材料的质量证书,外观检验和核对钢印标记的检验,方可使用。本节将详细介绍船舶建造中常用的金属材料:轧制材料如钢板、扁钢、型钢和钢管,铸钢件和锻钢件以及铝合金的检验内容。

一、轧制材料的检验

(一) 钢板、扁钢和型钢的检验

本节所述检验内容适用于厚度不超过 10 mm 的钢板、扁钢以及厚度不超过 50 mm 的型钢和棒材。对每一件钢板、扁钢或型钢的外观检查前,应检查钢材上的标记是否齐全。这些标记包括钢厂名称、钢级标记、炉罐号和船级社标记。

1. 外观质量检验

钢板、扁钢及型钢表面应均匀,无分层、气泡、结疤、裂纹、拉裂、夹杂、压入氧化铁皮等缺